

УДК 681.332

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВОГО КРИОГЕНЕРАТОРА НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Г. Г. Кикнавелидзе¹, Н. В. Колпакова²

^{1,2} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ gia52@me.com

Аннотация. В статье кратко описано устройство волнового криогенератора (ВКГ), а также принцип его работы. Представлено описание термодинамических процессов, протекающих в ВКГ, с диаграммой рабочего цикла.

Ключевые слова: волновой криогенератор, энерговыделение, эффект Гар-тмана — Шпренгера, аэротермоакустический эффект

POSSIBILITY OF USING A WAVE CRYOGENERATOR AT HEAT AND GAS SUPPLY FACILITIES

G. G. Kiknavelidze¹, N. V. Kolpakova²

^{1,2} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ gia52@me.com

Abstract. The article briefly describes the structure of the wave cryogenerator (WCG), as well as the principle of its operation. There is also a description of the thermodynamic processes occurring in the WCG with a diagram of the working cycle.

Keywords: wave cryogenerator, energy release, Hartmann — Sprenger effect, aerothermoacoustic effect

Волновой криогенератор (ВКГ) представляет собой устройство для безмашинного охлаждения, которое в отличие от дроссельных устройств имеет большую термодинамическую эффективность, поскольку процесс в них протекает с изменением энтальпии. Иными

словами, газ совершает работу, в результате которой на выходе имеется охлажденный поток газа с пониженной энтальпией, а также происходит выделение теплоты в самом ВКГ, которую можно утилизировать и использовать для различных нужд, например в теплогазоснабжении.

Основой работы такого устройства является аэротермоакустический эффект Гартмана — Шпренгера. Суть его заключается в том, что при работе ВКГ происходит выделение тепловой и акустической энергии за счет появляющихся упругих колебаний в устройстве.

ВКГ имеет изменяемую геометрию проточной части, а также допускает регулировку расстояния между соплом и резонансной трубкой.

Конструкция ВКГ состоит из следующих элементов (рис. 1):

1 — патрубок входа сжатого газа; 2 — подвижный канал, который обеспечивает подвод газа к соплу 4; 3 — отверстия в канале, обеспечивающие подачу газа в него; 4 — сопло; 5 — игла, соосная соплу; 6 — конический участок центрального штока; 7 — центрирующий узел штока; 8 — регулятор сечения сопла; 9 — регулятор зазора между соплом и трубкой; 10 — начальный участок резонансной трубки; 11 — резонансная трубка; 12 — выход холодного потока.

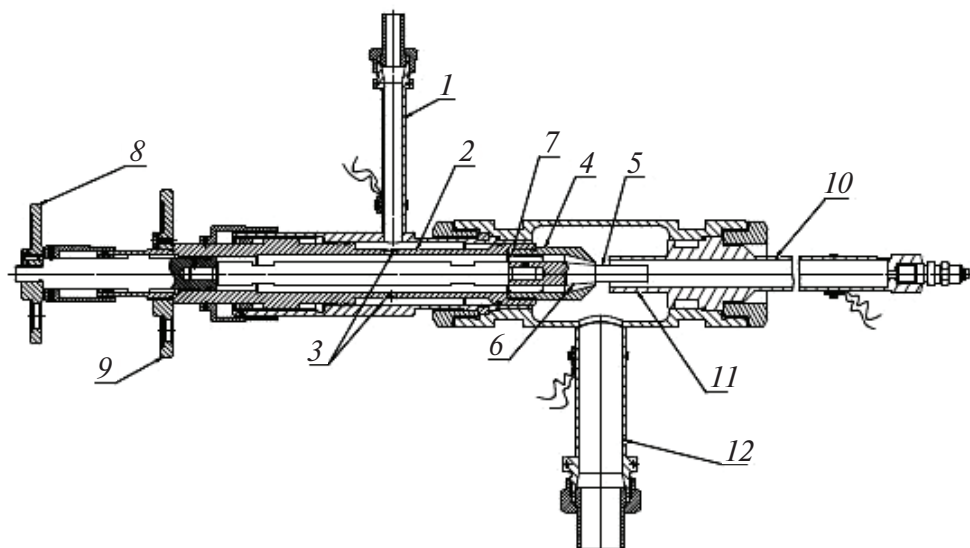


Рис. 1. Схема ВКГ-30-6-165000

В общем виде описание процессов, происходящих в ВКГ, может быть представлено следующим образом (рис. 2) [1]:

- процесс 1–2 — адиабатическое сжатие газа, поступающего в резонансную трубку, до определенного давления P_0 ;
- процесс 2–3 — отвод тепла в окружающую среду (либо внешним теплоносителем) при давлении P_0 ; газ охлаждается до температуры $T_{o.c.}$;
- процесс 3–4 — адиабатическое расширение газа до давления P_a . В ходе этого процесса происходит «выталкивание» из трубки газа, который успел в нее попасть (появляется ударная волна);
- процесс 4–1 — подвод тепла от окружающей среды или внешнего теплоносителя. Происходит нагрев оставшегося газа до температуры $T_{o.c.}$.

Таким образом, ВКГ можно представить в виде устройства, в котором осуществляется процесс адиабатического расширения газа с совершением работы, преобразующейся в тепловую энергию и акустическое излучение. ВКГ — это акустико-тепловой преобразователь, т. е. поглотитель волновой энергии, дающий возможность превращать излучаемую генератором волновую энергию в теплоту на температурном уровне больше, чем температура окружающей среды [1].

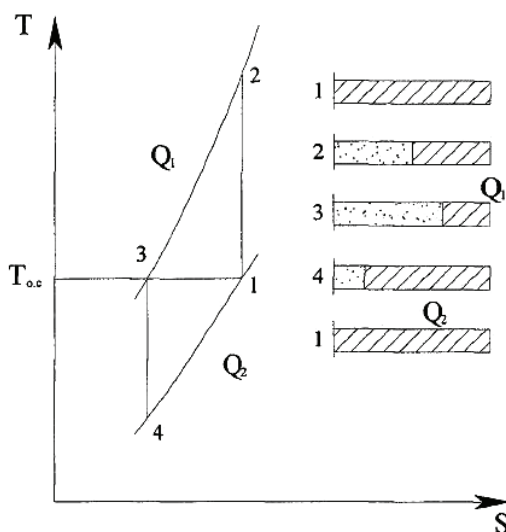


Рис. 2. Термодинамические процессы в ВКГ

По мнению ряда разработчиков, ВКГ, являясь безмашинными аппаратами, занимают особое место в числе охладителей, использую-

щих энергию сжатого газа, и имеют неоспоримые эксплуатационные и конструктивные преимущества — высокую надежность, многофункциональность, безынерционность, компактность, простоту изготовления [2]. ВКГ рассматриваются как фактор повышения энергетической эффективности установок очистки и разделения газовых смесей [3].

Список источников

1. Бондаренко В.Л. Создание и исследование волновых криогенераторов и их применение в технологии получения неона высокой чистоты: дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.03 / Бондаренко Виталий Леонидович. М., 2003. 294 с.
2. Бондаренко В.Л., Лосяков Н.П., Симоненко Ю.М. Волновые криогенераторы в технологиях извлечения редких газов//Техн. газы. 2006. № 5. С. 24—31.
3. Газодинамические криогенераторы как фактор повышения энергетической эффективности установок предварительной очистки неоногелиевой смеси / В.Л. Бондаренко [и др.] // Изв. Санкт-Петербург. гос. ун-та низкотемператур. и пищевых технологий. 2009. № 1. С. 70—75.